



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Joona Vihanta

SISÄISEN LOGISTIIKAN KEHITYS

Materiaalikeräysten prosessit ja hallinta

Tekniikka ja liikenne
2014

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Joona Vihanta
Opinnäytetyön nimi	Sisäisen logistiikan kehitys
Vuosi	2014
Kieli	suomi
Sivumäärä	49 + 1 Liite
Ohjaaja	Pertti Lindberg

Työ toteutettiin Wärtsilä DCV:n logistiikan organisaatiolle. Tarkoituksena oli kehittää TC-linjakokoonpanon logistisia prosesseja ja ratkaista esiin tulleita ongelma-kohtia.

Työn ensimmäisessä vaiheessa kartoitettiin TC-linjan logistiikan ongelmia yleisellä tasolla, jotka ilmenevät jokapäiväisessä työssä. Haasteita kartoitettiin palaverissa ja haastattelemalla työntekijöitä. Selvinneet ongelmat ja haasteet kirjoitettiin ylös kehitysideoineen myöhempiä kehityshankkeita ajatellen.

Toisessa vaiheessa keskityttiin ahdinlinjan logistiikan materiaalikeräyksiin ja niiden ohjeistamiseen. Osana ongelmien kartoitusta suoritettiin työharjoittelujakso, minkä aikana kerättiin aineistoa kehitystyötä varten. Materiaalikeräysten kehittämisen ja ohjeistamisen huomattiin onnistuvan parhaiten toiminnanohjausjärjestelmän kautta määrittelemällä keräyslavoille kerättävien materiaalien järjestys sekä keräysten sisältö. Tämä hyödytti niin logistiikkaa itseään mahdollistamalla keräysten ohjeistamisen yksittäisen keräyslavan tasolla kuin asentajien työtä materiaalien tullessa unloading pointille asennusjärjestyksessä.

Ennen materiaalikeräysten määrittelyä toiminnanohjausjärjestelmään toteutettiin pilottikokeilu yhden konetyypin turbon keräyksille käytännössä. Kokeilun onnistuttua ilman suurempia ongelmia, päätettiin järjestely ottaa käytäntöön. Samalla toteutettiin kuvalliset ohjeistukset TC-linjan logistiikan käyttöön, jotka helpottavat uusien materiaalikeräilijöiden työhön perehdyttämistä ja yhtenäistävät nykyisten toimintatapoja.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Kone-ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

ABSTRACT

Author	Joona Vihanta
Title	Development of Internal Logistics
Year	2014
Language	Finnish
Pages	49 + 1 Appendix
Name of Supervisor	Pertti Lindberg

The thesis was made for Wärtsilä DCVs Logistics organization. The purpose was to develop logistic processes in the TC Assembly line and correct disturbances.

In the first phase of the thesis, the logistic disturbances in the TC Assembly line were mapped out on a general level by meetings and interviewing the logistics material handlers. The raised challenges were investigated and documented as well as development ideas for them for potential later use. In the second phase of the thesis the material pickings and instructions for them were in TC Assembly line were studied. Part of the mapping out of challenges was accomplished during job training and information was gathered to be used in the thesis.

During process of gathering material for the development and instructions it was noticed that it was best to do in the company's ERP system. The contents of the pallets, on which the picking was done, were defined by the materials assembly order and features. It was beneficial for the material handlers themselves since the instructions were able to be done, as well as for the assemblers when the materials came in the correct assembly order on the material pallets.

Before the defining was made to the ERP-system, testing was executed with one turbocharger model. Since the pilot was carried out without bigger problems, the defining was decided to execute in the ERP-system. At the same time instructions were made for material handlers in the TC Assembly line, which will make introduction of the new workers for the material handling process easier and synchronize the procedures of the current ones.

Keywords	TC Assembly Line, ERP-system, material handling
----------	---

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LYHENTEET

1	JOHDANTO	9
2	WÄRTSILÄ OYJ	10
	2.1 Wärtsilä Suomessa	10
	2.2 Wärtsilä DCV	11
3	YRITYKSEN LOGISTIIKKA	13
	3.1 Yrityksen sisäinen logistiikka	14
	3.2 Sisäisen logistiikan hallinta.....	14
	3.3 Sisäisen logistiikan kehitys	16
4	LEAN TOIMITUSKETJUN HALLINTASTRATEGIANA	19
	4.1 Lean osana yrityksen filosofiaa.....	19
	4.2 6S leanin työkaluna	21
	4.3 LEAN Wärtsilä.....	22
5	TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄT	24
6	TURBOAHTIMIEN LINJAKOKOONPANO	26
	6.1 Yleinen toimintaperiaate	26
	6.2 Henkilörakenteet.....	26
7	TC-KOKOONPANOLINJAN MATERIAALIVIRRAT	28
	7.1 Hyllytettävät ATCL-materiaalit	28
	7.2 Materiaalikeräykset TC-linjalla.....	30
	7.2.1 Materiaalikeräysten prosessi	33
	7.2.2 Materiaalikeräysten puutehallinta.....	35
	7.3 Keräämisen haasteiden kartoitus	35
	7.3.1 Työharjoittelujakso	37
	7.3.2 Kokoonpanolinjalla asennettavat turbon materiaalit	38
	7.4 Materiaalikeräysten jakaminen toiminnanohjausjärjestelmän avulla	40
	7.5 Pilottikokeilu W12V32E-moottorityypille	45
	LÄHTEET	49
	LIITTEET	

LYHENTEET JA KÄSITTEET

DCV = Delivery Center	Vaasa	Vaasassa sijaitsevat tuotantotilat
MF = Module Factory	Vaasan kaupungin tehtaalla sijaitseva moottorin moduuleja valmistava tehdas	
PF = Product Factory	Vaasan kaupungin tehtaalla sijaitseva moottoreiden linjakokoonpano	
ERP = Enterprise Resource Planning		Toiminnanohjausjärjestelmä esimerkiksi SAP
MRP = Material Requirement Planning		Materiaalin ohjaus ja suunnittelu
R&D = Research & Development		Tutkimus & kehitys – yksikkö
STCL = Setti		Logistiikan kerättävät materiaalit, jotka on jaettu kokoonpanolinjan työvaiheiden mukaisesti.
ATCL = Setti		Sama kuin STCL, mutta materiaalikeräyksen suorittavat asentajat itse.
SQA = Tarkastamo		

KUVALUETTELO

Kuva 1. Liikevaihto toimialoittain	s.12
Kuva 2. Henkilöstön jakaantuminen yksiköittäin Suomessa vuonna 2012	s.13
Kuva 3. Työntö- ja imuohjaus	s.16
Kuva 4. Toimitusketjun tavoitteiden vaikutus	s.18
Kuva 5. Wärtsilä Leanin käyttöönotto	s.24
Kuva 6. Perinteinen ERP-järjestelmä ja sen integroidut osastot	s.25
Kuva 7. Toiminnanohjausjärjestelmien kehittyminen	s.26
Kuva 8. TC-LayOut	s.27
Kuva 9. Hyllytavarahan laatikko-ohjaus	s.30
Kuva 10. Laatikko-ohjauksen materiaalivirtaus	s.31
Kuva 11. Hyllypaikkojen pystyrivi	s.32
Kuva 12. Esimerkki STCL 5:sen materiaalikerauksesta unloading pointilla	s.33
Kuva 13. Esimerkki pakoputkiston osakokoonpanosta	s.33
Kuva 14. Esimerkki hukkaportin osakokoonpanosta	s.34
Kuva 15. Esimerkki keräyslistasta	s.35
Kuva 16. Puutteiden merkitseminen keräyslavoisiin	s.36
Kuva 17. Iso puulaatikko	s.37
Kuva 18. Ison laatikon materiaalit jaettuna eurolavoille	s.37
Kuva 19. Trukki ja turbon kannatin keräyksen tiellä	s.39
Kuva 20. Materiaaleja keräilijän edessä	s.39

Kuva 21. Yhtenäisen materiaalinumeron alle määritellyt materiaalit	s.41
Kuva 22. Esimerkki miten keräystä ei pitäisi tehdä	s.42
Kuva 23. Materiaalikeräysten tilanne ennen opinnäytetyötä	s.43
Kuva 24. Tilanne työn jälkeen	s.44
Kuva 25. Keräyksen pienmateriaalit sinisessä laatikossa.	s.45
Kuva 26. Excel-simulaatio materiaalikeräyksille	s.47

LIITELUETTELO

LIITE 1. TC-linjan logistiikan materiaalikeräyksen ohjeistukset.

1 JOHDANTO

Linjatuotannon sekä jatkuvasti uusiutuvien moottorityyppien ja projektiakohtaisesti räätälöityjen tuotteiden luodessa uusia haasteita yrityksen logistiikan prosesseille, vaikuttavat ne hidastavasti niin logistiseen toimintaan ja materiaalien keräykseen kuin asennustyöhön linjakokoonpanoissa. Katkonaisen prosessin hidastaessa koko tuotantoa, tämän työn tavoitteena oli tuoda logistiikan ongelmakohtia esille ja kehittää niihin ratkaisuja logistisesta näkökulmasta, unohtamatta kuitenkaan tuotannon tekijöitä.

Tämä opinnäytetyö tehtiin Wärtsilä DCV Oy:n Moduulitehtaan logistiikan organisaatiolle. Työ käsitteli MF:n sisäisen logistiikan prosesseja pääasiallisesti materiaalikeräyksissä, jotka tehdään turboahdin linjakokoonpanolle. Tavoitteena oli tutkia ja kehittää sekä yhtenäistää ja ohjeistaa materiaalikeräysten käytäntöjä niin, että vaikutus näkyisi positiivisesti logistiikan päivittäisessä työssä lattiatasolla ja asentajien toimenkuvassa kokoonpanolinjalla.

Työ aloitettiin määrittelemällä tavoitteet ja raamit, joiden avulla lähdettiin turbolinjan logistiikan kanssa järjestettyjen palavereiden kautta selvittämään päivittäisen työn ongelmakohtia ja haasteita, jotka sisältyivät materiaalikeräykseen sekä niiden suorittamiseen. Selvien kehityskohteiden ja -ideoiden tultua ilmi oli työn seuraava askel ratkaisujen ja parannusten kehittäminen. Materiaalikeräysten jakaminen ja uudelleen määrittely toiminnanohjausjärjestelmän avulla havaittiin parhaaksi tavaksi kehittää niin materiaalikeräyksiä kuin keräämisen prosessia itsessään. Työ toteutettiin käytännön syistä ensin yhdelle konetyypille pilottikokeiluna. Pilottikokeilun aikana havaitut ongelmat korjattiin ennen varsinaista materiaalien ajamista toiminnanohjausjärjestelmään. Turbolinjan logistiikalle tehtiin omat ohjeistukset materiaalikeräyksistä kuvien kanssa sekä heitä informoitiin miten asia tuli käytännössä vaikuttamaan heidän työhönsä. Näin myös uudet asiaanperehtymättömät materiaalinkäsittelijät pystyvät tulevaisuudessa suorittamaan ja oppimaan materiaalikerääjän toimenkuvan vaivattomammin.

2 WÄRTSILÄ OYJ

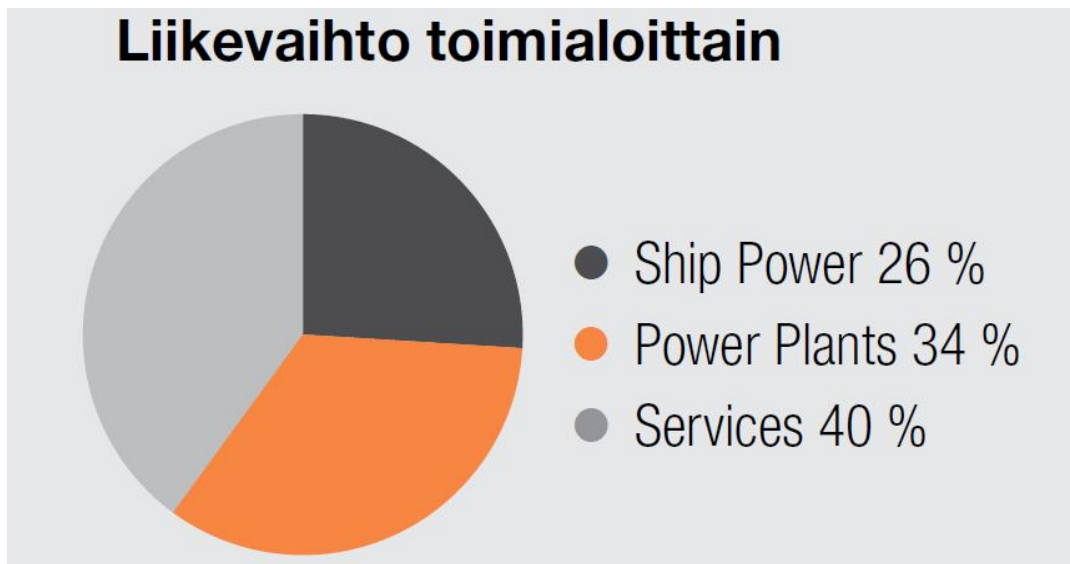
Wärtsilä aloitti toimintansa vuonna 1834 sahalaitoksena Tohmajärvellä. Vuonna 1907 sahasta ja sen yhteyteen rakennetusta rautaruukista muodostettiin Ab Wärtsilä Oy. Ennen sota-aikaa 1930-luvulla Wärtsilä osti osake-enemmistön Kone- ja Siltarakennus Oy:stä, jonka johdosta Hietalahden Helsingin telakka ja Crichton-Vulcanin telakka Turusta siirtyivät yrityksen hallintaan. Pian tämän jälkeen Wärtsilän pääkonttori siirrettiin Karjalasta Helsinkiin ja Onkilahden konepaja vaihtoi omistajaa alkaen tuottaa ensimmäisiä dieselmoottoreita, mitkä toimitettiin Wärtsilän omille telakoille. Tutkimus- ja kehitystoiminta aloitettiin Vaasassa yrityksen ensimmäisenä tuotoksenaan 4-tahtinen dieselmoottori, tyyppi 14.

Nykyään Wärtsilä työllistää noin 19 000 ihmistä ympäri maailmaa, joista Suomessa lähes 4000. Koko konsernin liikevaihto vuonna 2012 oli 4 725 miljoonaa euroa./9./

2.1 Wärtsilä Suomessa

Wärtsilän liiketoiminnot Suomessa koostuvat kolmesta yksiköstä. **(Kuva 1.)**

- Power Plants muodostaa 32 % osuudellaan toiseksi suurimman yksikön kohdemarkkinoinaan teollisuuden oma voimantuotanto, voimalaitokset ja muut voimalaitoksiin liittyvät sovellukset.
- Ship Power lohkaisee 28 % liiketoiminnasta kattaa kaikki merenkulun segmentit matkustajalaivoista Offshore tekniikkaan.
- Services isoimpana yksikkönä muodostaa 40 % toiminnoista. Sen liiketoiminnan osa-alueet kattavat huoltosopimukset, sekä muunmuassa moottori- ja potkurihuollon ympäristöpalvelujen lisäksi. /9/.



Kuva 1. Liikevaihto toimialoittain. /9/.

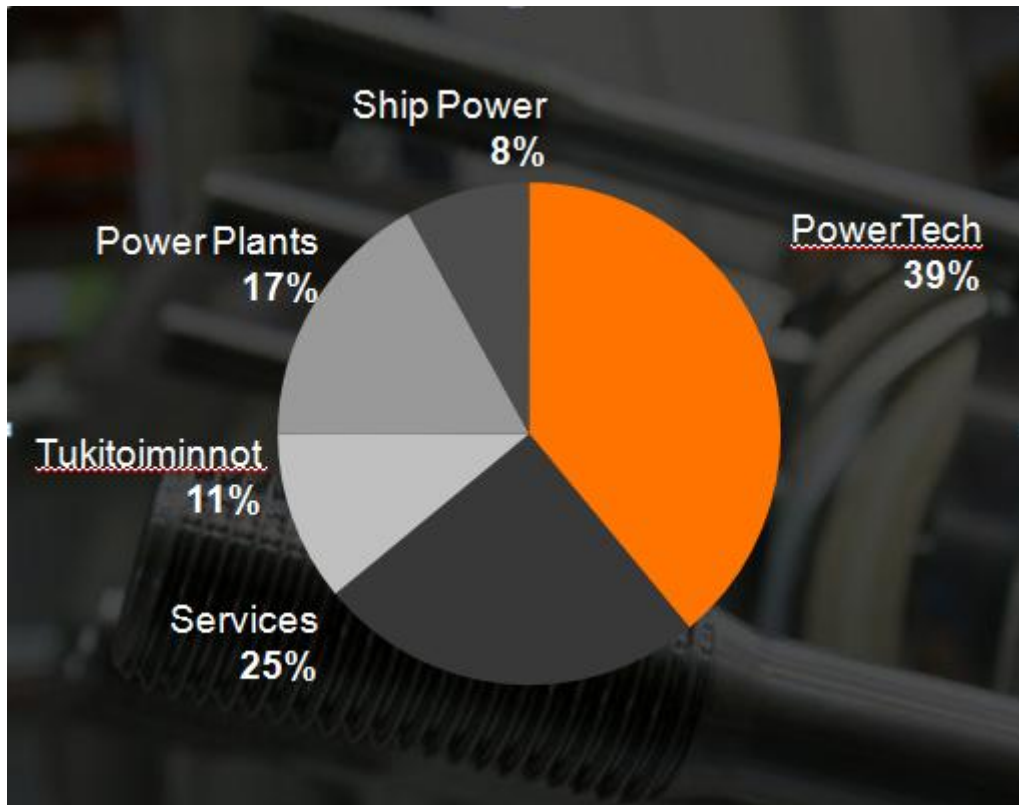
2.2 Wärtsilä DCV

Kuvassa 2 on havainnollistettu henkilöstön jakaantuminen prosentteina koko Suomessa. Wärtsilä Delivery Center Vaasa työllistää yli 80 % koko Wärtsilän Suomen henkilöstöstä. Vaasan keskustan tehdasalueella työskentelee noin 1 500 henkilöä ja toiminnot, jotka kattavat moottoreiden kokoonpanon, R&D:n laboratorioineen, valmistusteknologiakeskuksen ja tukitoiminnot.

Vaasan Runsorin toimipisteessä työskentelee noin 1 500 työntekijää Servicen, Power Plantsin ja Ship Powerin organisaatioiden alaisina.

Turkuun on perustettu Wärtsilän oma koulutuskeskus, Wärtsilä Land & Sea Academy. Sen lisäksi paikalla toimivat myös Servicen ja Ship powerin organisaatiot R&D:n rinnalla.

Pääkonttori sijaitsee edelleen Helsingissä, josta hallinnoidaan kaikkia yksiköitä mukaanlukien Helsingin Vuosaaren satamassa sijaitsevaa alusten huoltoverstaata.
/9/.



Kuva 2. Henkilöstön jakaantuminen yksiköittäin Suomessa vuonna 2012. /9/.

3 YRITYKSEN LOGISTIikka

Sanan logistiikka merkitys vaihtelee riippuen yhteydestä, missä sitä käytetään. Tiettyssä yhteydessä sitä käytetään lähes anonyyminä sanalle toimitusketju, kun taas toisessa sillä on täysin oma merkityksensä. Logistiikka on hyvin laaja jo käsitteenä itsessään, mutta yleispätevä määritelmä sille tämän opinnäytetyön puitteissakin on:

”Logistiikka on materiaali-, tieto ja pääomavirtojen, hankinnan, tuotannon, jakelun, ja kierrätyksen, huolto- ja tukipalvelujen, varastointi-, kuljetus- ja muiden lisäarvopalvelujen sekä asiakaspalvelun ja –suhteiden kokonaisvaltaista johtamista ja kehittämistä” /2, 13/.

Voidaan siis sanoa, että logistiikka on taloudellisen, fyysisen ja tiedollisen materiaalin virtaa aina hankinnasta loppuasiakkaalle saakka. Logistiikka käsitteenä syntyi 1950-luvulla Yhdysvalloissa yrityksien liikkeenjohdon alkaessa käyttää sitä. Ennen tätä logistiikkaa oli pidetty lähinnä sodankäynnin ja armeijan termistönä sotatarvikkeiden materiaalivirtojen hallinnassa. 1950-luvun jälkeen yritysten välisen kilpailun kiristyessä yritysjohton täytyi aloittaa kiinnittämään huomiota pelkkien fyysisten materiaalivirtojen lisäksi myös kokonaiskustannuksiin, niiden minimoimiseen ja varastoinnin sekä materiaalivirtojen kehittämiseen. Yrityselämän kilpailun ja markkinoiden kiristyessä yritykset eivät saavuttaneet lähes tasalaadullisilla tuotteilla enää yhtä suurta taloudellista etua kilpailijaan nähden, vaan säästöt ja voitto piti maksimoida ottamalla kustannukset huomioon koko toimitusketjussa niin tehtaan sisäisessä kuin ulkoisessakin toiminnassa. Tämä taas on johtanut nyky maailmassa siihen, että yritykset pyrkivät kaikesta ylimääräisestä ja tuottamattomasta toiminnasta eroon keskittyen omiin strategisiin ydinalueisiinsa.

Kuten jo käsitteen määritelmästä saattoi huomata, logistiikan perimmäinen tarkoitus ja määritelmä on tuottaa mahdollisimman hyvää palvelua asiakkaalle. Logistiikan täytyy siis tietää hyvin tarkoin asiakkaan tarpeet ja vaatimukset. Asiakas voi olla esimerkiksi tuotantolinja, loppuasiakas, yrityksen toinen osasto, yksittäinen asentaja tai vaikka yrityksen ulkoinen logistiikka. Kaikki edellämainitut asiakkaat omaavat huomattavastikin erilaiset vaatimukset ja tarpeet palvelun suhteen, jotka logistiikan täytyy myös siten toiminnassaan ottaa huomioon. /1/.

Logistiikka, joka kulkee yrityksen läpi, jaetaan kolmeen eri kategoriaan:

- Tulologistiikkaan, joka kattaa materiaalien ja tuotteiden kulun aina hankintatoimesta tavaran vastaanottoon, tarkastukseen, purkamiseen ja varastointiin.
- Sisälogistiikkaan, millä tarkoitetaan pelkästään oman organisaation sisällä tapahtuvaa materiaalien ja tuotteiden käsittelyä.
- Lähtölogistiikkaan, johon kuuluvat muunmuassa valmiiden tuotteiden pakkaus ja huolto lisäarvoa tuottavina palveluina, normaalin lähetyksen lisäksi. /1/.

3.1 Yrityksen sisäinen logistiikka

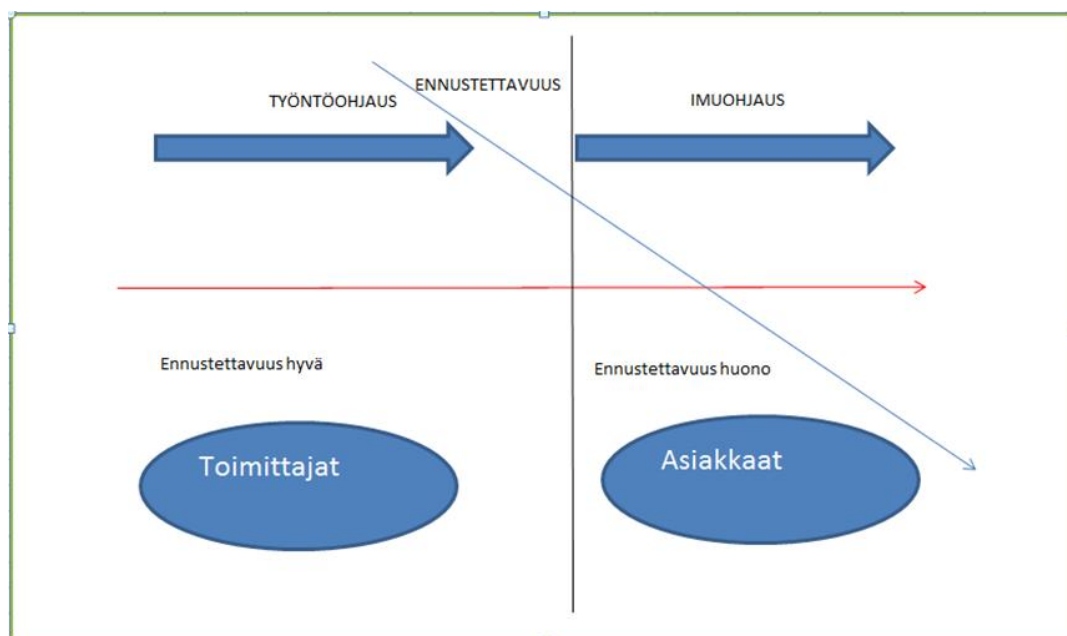
Lähtökohtaisesti yrityksen sisäinen logistiikka on sen oman tuotannon palvelua. Yrityksen toiminta alkaa sisältäpäin sen tuottaessa tuotetta tai palvelua asiakkaalle, joka vaatii yritykseen ja sen sisällä erilaisia materiaalivirtoja. Ne voivat sisältää esimerkiksi rahaa, tietoa tai fyysisiä tuotteita. Sisäisen logistiikan vastuu alkaa hankintatoimesta. Ostopuoli tilaa komponentit tai raaka-aineet, joita käytetään tuotteen tuottamiseen loppuasiakkaalle. Näiden materiaalivirtojen koordinoiminen yrityksen sisään ja yrityksen sisällä on elintärkeää toimivalle liikeyritykselle. Mikäli materiaalit eivät ole oikeaan aikaan oikeassa paikassa, että tuotetta voidaan valmistaa ei yksinkertaisesti tule olemaan valmista tuotetta, jota myydä asiakkaalle. Huomioitavaa myös on, että asiakas voi olla esimerkiksi yrityksen ulkopuolinen logistiikka, myyntipuoli tai usein tuotanto itsessään. Mikäli yritys ei omaa toimivia materiaalivirtoja, ei ole myytävää tuotetta ja tuotteen puuttuessa ei ole myöskään kannattavaa liiketoimintaa.

3.2 Sisäisen logistiikan hallinta

Yrityksen sisäisen logistiikan hallinnassa on mahdollista käyttää monia erilaisia toimintatapoja, mutta karkeasti jaettuna niitä on kaksi. Ne voivat olla joko kustannuskeskeisiä tai asiakaslähtöisiä, mutta yleensä yrityksissä pyritään hakemaan optimaalisin ratkaisu näiden kesken. Ei-asiakaslähtöisemmässä

menetelmässä puhutaan push-periaatteesta eli työntöohjauksesta, jossa kärjistettynä työnnetään tuotetta asiakkaalle. Yrityksessä ei mietitä minkälaisen tuotteen asiakas haluaisi eikä räätälöidyille ratkaisuille ole mahdollisuutta tuotantolinjan tavoittellessa maksimaalista tuotantomäärää. Kyseisessä mallissa varastotasot pysyvät korkealla ja sidottu pääoma on valmiissa tuotteissa kiinni, kunnes materiaalit tai tuotteet otetaan käyttöön ja ne lähtevät toimitusketjussa eteenpäin. Sidotun pääoman kiinnioloaika riippuu täten täysin varastojoen kiertoajasta. Tuotanto ja materiaalien käyttö itsessään on hyvin ennustettavissa. **(Kuva 3.)**

Asiakaslähtöisessä pull-menetelmässä eli imuohjauksessa signaali tarvittavalle tuotteelle tulee asiakkaalta, jolloin varastotasot pystytään pitämään mahdollisimman pieninä. Tämä kannustaa räätälöityihin ratkaisuihin eikä korkeita varastotasoja ole järkevää pitää, koska eri asiakkaalle tuotetaan erilainen tuote. Materiaalit ja raaka-aineet tilataan vasta tarpeen vaatiessa toimittajalta. Tällöin myöskään pääomaa ei ole sidottuna materiaaleihin yhtä paljon. Materiaalin käytön ja tuotteen menekin ennustettavuus kuitenkin kärsii tästä ja toimitusketjun reagointinopeus korostuu. Tyypillistä tällaisen tuotantomuodon tuotteelle on modulaarisuus. Tämä helpottaa tuotannon suunnittelussa sekä valmistuksessa ja pitää sen sulavampana, kun asiakkaalla on käytännössä valmiiksi räätälöityjä erilaisia tuotteita joista valita. /2/.
























Kuva 3. Työntö- ja imuohjaus.

3.3 Sisäisen logistiikan kehitys

Niin yrityksen sisäisen kuin ulkoisenkin logistiikan täytyy olla jatkuvan kehityksen alaisena. Isommissa yrityksissä sitä varten on perustettu oma organisaatio, joka toteuttaa Supply Chain Managementiksi kutsuttua toimitusketjun hallintaa ja kehitystä yrityksen strategiaan sopivaan suuntaan. Milloin se on kohti asiakaslähtöisempää toimintatapaa ja milloin kustannustehokkaampaa, riippuu täysin yrityksen toimialasta ja johdon strategiasta. Jos esimerkiksi yritys toimii sähkökomponenttien valmistajana, jossa tiettyä tuotetta valmistetaan massatuotantona kokoonpanolinjalla, tilausmäärät ja sitä kautta tuotantomäärät ovat mahdollisesti tarkasti ennustettavissa. Varastotasot voidaan pitää näin ollen hyvinkin alhaisina. Tällaisessa tapauksessa yritys pystyy keskittymään lähinnä kustannustehokkaaseen strategiaan ja kehitykseen tuotannossa.

Mitä enemmän asiakkaalle räätälöityjä tuotteita yrityksen tuotevalikoimassa sekä tuotannossa on, sitä optimaalisempi vaihtoehto täytyy näiden kahden toimintatavan välillä löytää. Kuvasta 4 näemme miten yrityksen toimitusketjun ja sitä kautta logistiikan tavoitteet korreloivat asiakaspalvelun, varastotasojen ja kustannusten välillä, kun funktiona niille toimivat toimitusketjun tavoitteet. (Numerot 1-7).

Alimmalla rivillä on kolmen vaikutuksen haluttu tavoitetila eli mihin suuntaan niiden halutaan menevän. Mitä alemmalla tasolla varastot ovat, sen parempi yritykselle. Kustannukset pienempään suuntaan on myös tavoiteltavaa, kuin myös asiakaspalvelun saaminen paremmaksi. /1/.

Tavoitteen vaikutus			
Toiminnon tavoite	Varastot	Asiakaspalvelu	Kustannukset
1. Hyvä asiakaspalvelu			
2. Matalat kuljetuskustannukset			
3. Matalat varastointikustannukset			
4. Matalat vastotasot			
5. Nopeat kuljetukset			
6. Alemmat työvoimakustannukset			
7. Haluttu tavoitetilä			

Kuva 4. Toimitusketjun tavoitteiden vaikutus. /1,14/.

Kun logistiikan tavoitteena on hyvä asiakaspalvelu (1) toteutetaan tämä mm. nostamalla varastotasoja materiaalivirran takaamiseksi ja mahdollisten puutteiden minimoimiseksi. Tämä vaikuttaa taas nostavasti kustannuksiin, koska varastoihin ja sidottu pääoma kasvaa.

Kolmas tavoitetila on hyvin yleinen nykypäivän yrityksissä eli matalat varastointikustannukset (3). Varastot ovat matalalla ja ylläpitokustannukset laskevat, mutta samalla asiakaspalvelu huononee. Saattaa tulla jälkitoimituksia materiaali- ja palvelupuutteista johtuen ja pahimmillaan ei yksinkertaisesti ole tuotetta mitä toimittaa.

Kuudennessa tavoitetilassa halutaan alempia työvoimakustannuksia (6). Tämä saadaan aikaiseksi nostamalla varastotasoa ja alentamalla asiakaspalvelua, mutta

ne ovat kuitenkin täysin päinvastaiset vaikutukset, kuin mitä tavoitellaan.

Yrityksen johdon ja sen toimitusketjun kehittäjien on siis istuttava saman pöydän ääressä kun strategioista ja linjoista päätetään. Olkoon sitten paras mahdollinen asiakaspalvelu, kustannustehokkuus tai räätälöityjen palvelujen toimittaminen, mutta vasta kun yrityksellä ja sen eri organisaatioilla on yhteinen strategia, jonka kaikki ovat sisäistäneet, on mahdollista löytää optimaalinen tilanne koko yrityksen kannalta. Toimitusketjun toimimattomuuden maksaa aina viimekädessä loppuasiakas. Välilliset ja ylimääräiset kustannukset, joita tuotannon aikana mahdollisesti syntyy asioiden mennessä toisin kuin on suunniteltu, siirretään luonnollisesti toimitusketjussa aina eteenpäin ja päätyvät lopulta asiakkaan hintalappuun. /1/.

4 LEAN TOIMITUSKETJUN HALLINTASTRATEGIANA

Lean käsitteenä on tullut tunnetuksi vasta 1990-luvun alussa James Womackin kertoessa aiheesta kirjassaan ”The Machine That Changed the World”. Kuitenkin jo 1900-luvun alussa Henry Ford käytti ensimmäisten joukossa autotehtaallaan lean-tuotannoksi myöhemmin jalostuvia toimintatapoja. Hän käytti sanoja jatkuva virta puhuessaan maailman ensimmäisestä autojen linjakokoonpanosta. Ford kehitti ja jalosti tuotantolinjaansa niin, ettei siinä ollut yhtään ylimääräistä työvaihetta, jota nykyään lean ajattelussa kutsutaan hukaksi. Arvoa lisäämättömät, mutta tuotannolle välttämättömät vaiheet pyritään optimoimaan mahdollisimman vähäisiksi, kun taas tuotteen arvoa lisäävät osa-alueet halutaan maksimoida. Näin tuotannon kapasiteetti ja tuottavuus saadaan maksimoitua.

Ainoa ero nykyiseen lean tuotantoon tuon aikaisessa mallissa oli joustavuuden puute. Autotehtaalla tehtiin pelkästään yhden mallisia autoja työntöohjaus mallilla, mikä mahdollisti tiukan ja huippuunsa vaiheistetun massatuotannon, mutta näkyi valmiiden tuotteiden isoina varastoina. Monet kuitenkin hyödynsivät hänen ajatuksiaan, mutta ymmärsivät samalla, että tuotannon täytyy olla myös joustavaa palvellakseen asiakkaita paremmin ja mahdollistaakseen vaaditut tuotannon muutokset.

Taiichi Ohno Toyotan autotehtaalta kehitti Fordin mallin pohjalta TPS:n (Toyota Production System), missä käytettiin hyväksi Fordin keksimää oikeat materiaalit, oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan ajatusmaailmaa, joka myöhemmin on tullut tunnetuksi lean-strategiana. /4./

4.1 Lean osana yrityksen filosofiaa

Lean-filosofia täytyy aloittaa määrittelemällä ensin yrityksen oma toimitusketju aloittaen tuotteen raaka-aineista ja päätyen lopputuotteeseen. Tämän jälkeen se muunnetaan arvoketjuksi. Seuraavaksi määritellään yrityksen oma strategia sekä toimintatapojen kautta leanin tavoitteet. Kyseinen arvoketju jaetaan sitten leanin perusteella kahteen osaan: asiakkaalle lisäarvoa tuovat työvaiheet ja lisäarvoa tuottamattomat työvaiheet. Kyseessä on arvoketju ja sen prosessit. Leanin

perusperiaatteilla pyritään pääsemään kyseisistä lisäarvoa tuottamattomista työvaiheista eroon ja saamaan mahdollisimman paljon lisäarvoa asiakkaan näkökulmasta niin koko prosessiin kuin myös lopputuotteeseen. Nämä periaatteet voidaan jakaa kahdeksaan eri muotoon:

- Ylituotanto – Työntö- vai imuohjaus? Tuotetaanko enemmän kuin asiakas vaatii.
- Odottaminen – Joudutaanko odottamaan toista työvaihetta valmiiksi ennenkuin pystytään aloittamaan oma.
- Tarpeeton liike – Liikkuvatko ihmiset ja tavarat enemmän kuin on tarpeellista.
- Kuljetus – Onko materiaalin kuljetus yrityksen sisällä niin vähäistä kuin mahdollista.
- Yliprosessointi – Työskennelläänkö saman tuotteen parissa suhteettoman paljon vrt. laatu yms vaatimukset? (Läpimenoaika)
- Tarpeettomat varastot – Varastot ovat kuljetusta 0 km/h, ovatko ne optimaalisen kokoiset?
- Virheet/Puutteet – Kuinka paljon työtunteja suhteessa normaaliin tuotantoon puutteet ja virheet vievät?

Asiakas ei halua maksaa tuotteen hinnassa yrityksen omista toimimattomista prosesseista ja ylimääräisistä työvaiheista. Tähän perustuu myös lean pohjainen ajattelu. Se on asiakaslähtöistä ja siinä määritellään nimenomaan mistä asiakas haluaa ja on valmis maksamaan. Määrittelemällä koko toimitusketju pystytään tuottamaan juuri sellaisia tuotteita kuin asiakas haluaa juuri silloin, kun tuotteet halutaan. Kaikki mikä on turhaa ja lisää pelkästään kustannuksia vaikuttamatta kuitenkaan arvoa lisäävästi lopputuotteeseen täytyy minimoida prosessista, koska kustannukset näkyvät lopulta tuotteen hinnassa. Leanin tavoitteena on saada yrityksestä ja sen toimitusketjusta sekä tuotannosta aikaan prosessi, joka parantaa itseään jatkuvasti. /4/.

4.2 6S leanin työkaluna

Jatkuvaan kehittämiseen ja parantamiseen on luotu myös yksi leanin työkaluista, mitä kutsutaan nimellä 5S. Sen tavoitteena on parantaa tuotanto- ja toimitusketjua muunmuassa vähentämällä tekstissä aikaisemmin mainittuja arvoja lisäämättömiä työvaiheita. Tämän avulla saadaan optimoitua tuotantoa tavallisen työntekijän päivittäin suorittamien työvaiheiden kautta. Tämän työkalun käyttäminen vaatii, että prosesseja lähdetään parantamaan lattiatasolta eli juuri sieltä missä sama työvaihe voi toistua useita kertoja päivässä. Pienimmänkin hukan moninkertaistuessa tämän työkalun hyödyt tulevat esille. Yrityksen työntekijöiden sisäistäessä ajattelumallin ja alkaessaan itse toteuttamaan sitä etsimällä virheitä omasta työstään ja sen vaiheista. Näin saadaan luotua myös työntekijöille mahdollisuus ja motivaatio parantaa omia työolojaan.

5S:stä on myöhemmin johdettu uusi variaatio nimeltään 6S. Suuria periaatteellisia eroja ei näiden välillä ole. Käytännössä turvallisuus (Safety) on lisätty vain omaksi periaatteekseen. Tällä tavoitellaan työpaikan ja ympäristön yleisen turvallisuuden parantamista.

5S koostuu seuraavista osa-alueista:

- Sort – *Sorteeraus*. Tarkoituksena on poistaa ympäristöstä työn tekemiseen tarpeettomat tavarat ja saada lisää tilaa työskennellä.
- Set In Order – *Systematisointi*. Keskitytään varastointimenetelmiin ja niiden kehittämiseen, esimerkiksi tavaroille värikoodit, paikkojen merkinnät ja nimikyltit. Voidaan myös merkitä työpisteet tai rajata muita vastaavia alueita lattia maalauksilla tavoitteena selkeät tilat ja tyhjät käytävät.
- Shine – *Siivous*. Työpaikan päivittäinen siisteys ja sen tarkastelu.
- Standardize – *Standardisointi*. Otetaan työpaikan parhaat työskentelytavat ja käytännöt käyttöön kaikkialla yhdessä työntekijöiden kanssa liittyen työpisteisiin, varastointiin, siivouksiin jne.
- Sustain – *Seuranta*. Kun edellä mainittuja seikkoja on käyty läpi ja otettu käyttöön pidetään myös huolta, että niitä noudatetaan.

6S:n lisätty osa-alue:

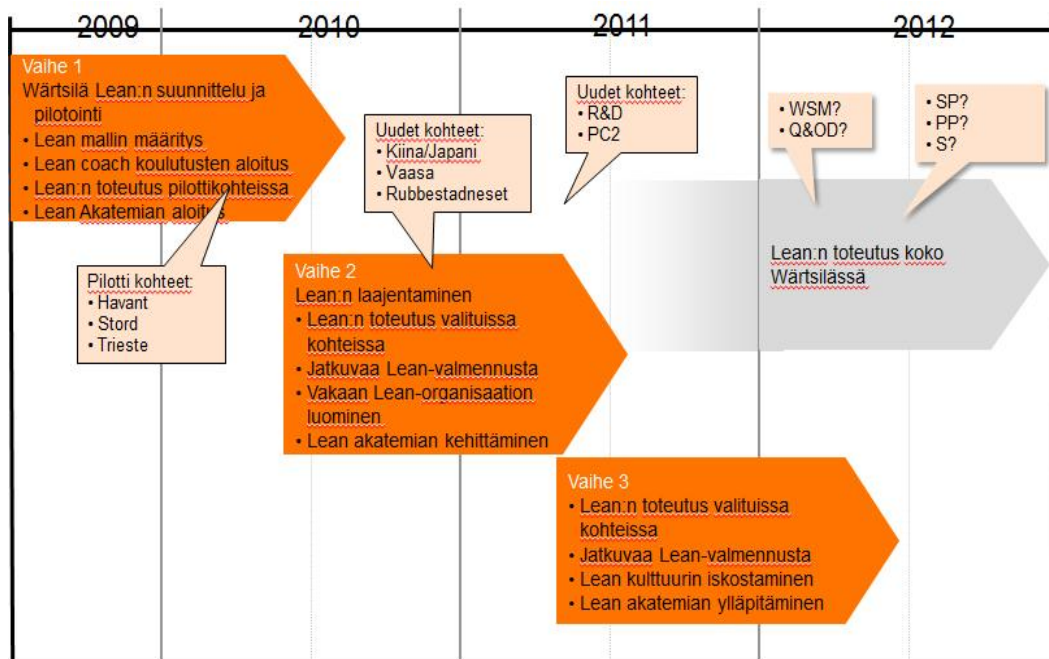
- Safety – *Turvallisuus*. Työpaikan ja –ympäristön turvallisuudesta pidetään huolta, työntekijät tuovat esille työturvallisuus riskejä ja parannusehdotuksia.

Kaikkien näiden tarkoituksena on siis saada työpaikalle yhteinen kulttuuri, missä kehitysideat otetaan huomioon ja mahdollisesti myös käytäntöön riippumatta siitä kuka niitä ehdottaa. Silloin kaikki osalliset myös sitoutuvat noudattamaan ja kehittämään omia osa-alueitaan ja ympäristöään jatkuvalla tasolla. /5/.

4.3 LEAN Wärtsilä

Edellä on kerrottu lean-periaatteesta yleisellä tasolla. Kuitenkin jokaisella yrityksellä on erilainen tapa toteuttaa kyseistä ajattelumallia ja sulauttaa se omiin toimintatapoihinsa, koska kaikki osa-alueet eivät välttämättä toimi samalla tavalla yrityksestä riippumatta. Tuotteet, asiakaskunta, tavoitteet ja yrityksen oma strategia vaikuttavat vahvasti asiaan ja siihen miten lean saadaan optimoitua kuhunkin yrityksen käytäntöihin mukaan. Esimerkiksi lean-periaate soveltuu hyvin pitkän elinkaaren omaaville tuotteille, joiden menekki on kuitenkin ennustettavissa. Tällaisissa tuotteissa myyntikatteet ovat yleensä suhteessa pienempiä ja siitä johtuen mahdolliset kustannussäästöt ovat isossa roolissa kannattavan liiketoiminnan kehittämisessä.

Wärtsilässä tavoitteena on varmistaa maailmanlaajuiseen kilpailuun pystyvä suorituskky kestävällä ja kehittyvällä tavalla. Lean on otettu osaksi kokonaisvaltaista johtamisen toimintamallia jokaisen organisaation keskuuteen. Tämä mahdollistaa yhteiset toimintatavat ja systemaattisen keinon hallinnoida ja kehittää koko konsernia jo organisaatioiden sisältä ulos päin. Wärtsilässä lean lähtee nimenomaan lattiatasolta. Tavoitteena on ollut istuttaa se yhtiössä työskenteleviin ihmisiin ja saada heidät tunnistamaan kehitysmahdollisuudet omassa päivittäisessä työssään sekä toteuttamaan ne.



Kuva 5. Wärtsilä Leanin käyttöönotto.

Wärtsilä Leania aloitettiin suunnittelemaan vuonna 2009, kuten kuvasta 5 ilmenee. Wärtsilä Leanille perustettiin oma organisaatio Lean Akatemia, joka vastaa leanin kouluttamisesta ja kehittämisestä koko yrityksen sisällä. Ensin aloitettiin määrittelemällä yrityksen oma arvoketju ja lean-malli tarkastelemalla sitä koko strategian ja toimintatapojen kautta.

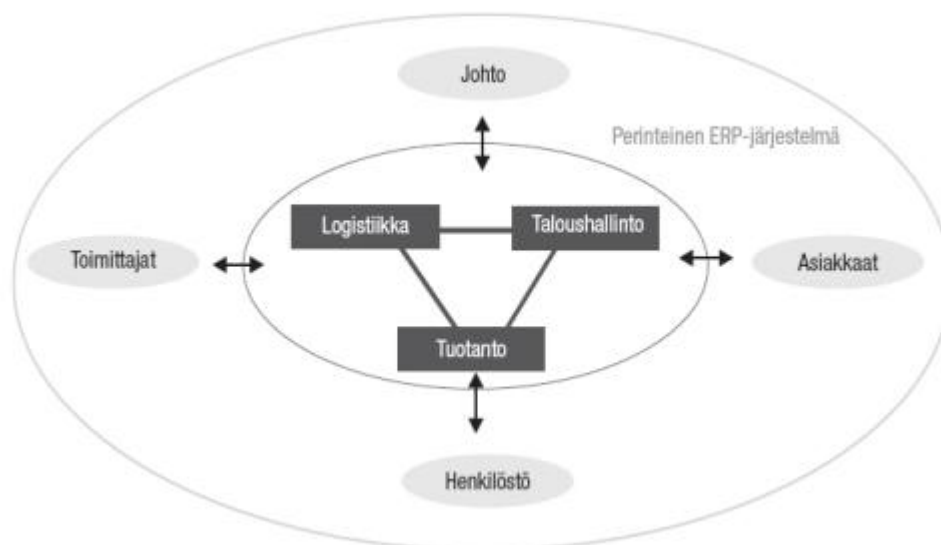
Koulutukset aloitettiin ja lean otettiin testikäyttöön pilottikohteissa. Onnistuneiden pilottikokeilujen jälkeen ajettiin lean loppuihin toimipisteisiin, joissa nyt viisi vuotta myöhemmin Wärtsilä Lean on otettu onnistuneesti käyttöön. Yrityksen koko kulttuurin muutos ei siis tapahdu hetkessä napista painamalla, eikä se myöskään pysy uudenaikaisena ilman koko henkilöstön osallistumista, ponnisteluja ja kehittämistä. Tähän tähtääkin siis jatkuvan parantamisen työkalu 6S sekä henkilöstökoulutukset ja panostus leanin kulttuurin ylläpitämiseen työpaikalla. /6/.

5 TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄT

Toiminnanohjausjärjestelmä (Enterprise Resource Planning) välittää ja kerää tietoa yrityksen eri toiminnoista ja välittää sitä kaikkien organisaatioiden saataville, tukien näin tuotannon- ja toiminnanohjausta. **(Kuva 6.)**

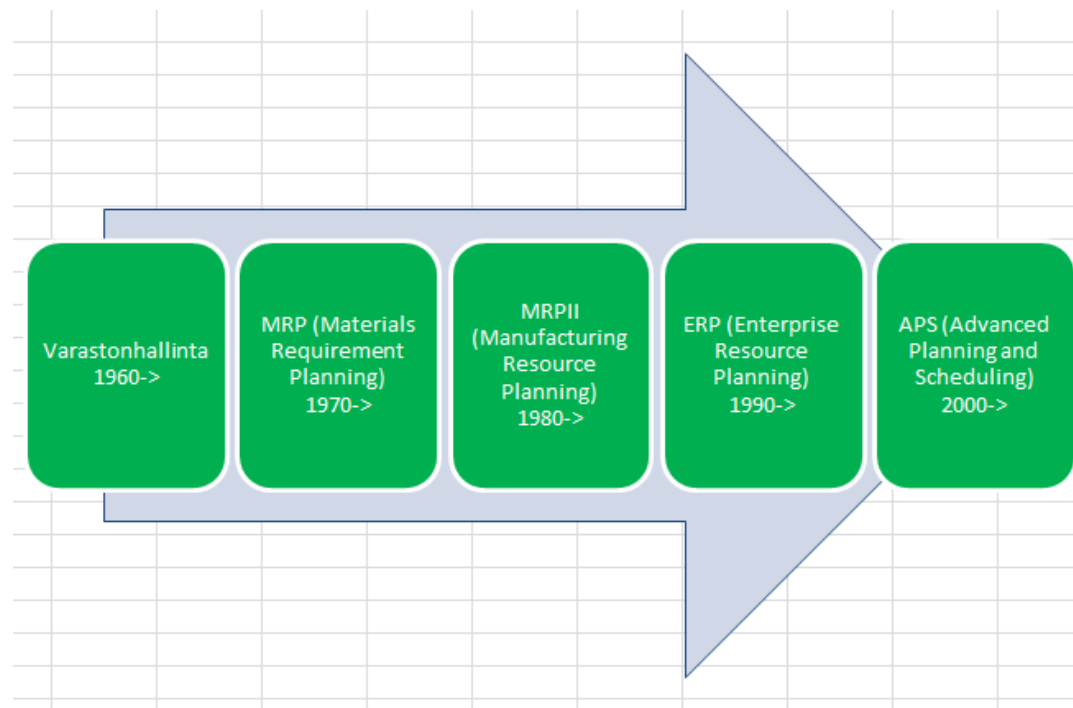
Tällä pyritään tehostamaan ja nopeuttamaan yrityksen sisäistä toimintaa eri osastojen välillä. Perushyöty ERP-järjestelmän integroimisesta osaksi yrityksen toimintaa tulee ajan ja rahan säästämisestä. Myös yrityksen johto pystyy tekemään päätöksensä nopeammin lähes reaaliaikaisen tiedon perusteella ja sen myötä tehdyt virheet vähenevät. Tiedonkulusta tulee läpinäkyvää koko organisaatiolle ja informaation kulku nopeutuu osastojen välillä. Osastot pystyvät suunnittelemaan toimintaansa juurikin sen hetkisen tilanteen perusteella eikä sitä tarvitse suunnitella tietty ajanjakso kerrallaan. Myös saman arvoketjun omaavat eri yrityksetkin pystytään liittämään yhteiseen ERP-järjestelmään.

Järjestelmät koostuvat yleensä monesta osakokonaisuudesta ja ovat hankalia ylläpidettäviä, jotka vaativat asiantuntemusta. Nykyään monet yritykset ovatkin siirtyneet käyttämään valmiita ohjelmistoja, esimerkiksi sappia, joka on maailman suurin toiminnanohjausjärjestelmien toimittaja. /7/.



Kuva 6. Perinteinen ERP-järjestelmä ja sen integroidut osastot. /7/.

ERP-järjestelmiä alettiin kehittämään 1960-luvulla varastonhallinnasta. **(Kuva 7.)** Tuolloin jokainen yritys kehitti oman järjestelmän omiin tarpeisiinsa. Kuitenkin 1970-luvulla järjestelmien tarve kasvoi ja järjestelmät vakiinnuttivat paikkansa yritysmaailmassa. Tällöin alkoi kaupallisten standardiohjelmistojen valmistus lisääntyä. 1980-luvulla ohjelmistoon lisättiin varaston-, tuotannon- ja jakelunhallinta. 1990-luvulla tuotannonohjauksen merkitys kasvoi ja järjestelmiin alettiin sisällyttää projektin-,talous- ja henkilöstönhallinta. 2000-luvulla Supply Chain Management korostui yrityksissä ja ERP-järjestelmästä kehitettiin APS, joka sisältää myös suunnittelu- ja aikataulutusrjestelmän. Se luo ennusteet ERP:in datahistoriasta ja siirtää ne takaisin ERP-järjestelmälle, joka luo tilaukset. Tätä ei kuitenkaan pystytä käyttämään täysipainotteisesti kuin esim. metsä- ja elintarviketeollisuudessa, joissa kysyntä vaihtelee vuositason sykleittäin.



Kuva 7. Toiminnanohjausjärjestelmien kehitys. /1./

Tuotannon ohjausperiaatteiden toimiessa työntö- ja imuohjauksella, toiminnanohjausjärjestelmät on suunniteltu toimimaan näistä jälkimmäisellä. Tällöin materiaaivirta aktivoituu tulevan tarpeen mukaan. Tämä edellyttää aikataulun laatimista ja ylläpitoa samassa järjestelmässä sekä materiaalitavesuunnittelun toteuttamista edes jollain tasolla. /1./

6 TURBOAHTIMIEN LINJAKOKOONPANO

Turboahtimien kokoaminen tapahtuu Wärtsilän Vaasan keskustan tehtaalla MF:n tiloihin rakennetussa linjakokoonpanossa. Linjakokoonpano on jaettu kuuteen eri vaiheeseen, joista ensimmäisessä asentaminen aloitetaan ja kuudennen vaiheen jälkeen turbopaketti on sähköjä myöten valmis toimitettavaksi eteenpäin. Yhtenä pääasiakkaana MF:lle toimii PF:n moottoreiden linjakokoonpano, missä moduulit valmistuttuaan, turboahdin mukaan lukien, asennetaan tietyillä vaiheillaan kiinni moottoreihin.

6.1 Yleinen toimintaperiaate

Kyseisessä linjakokoonpanossa on 6 eri vaihetta. Asentajille on määritelty aina viikoittain vaihe, jolla he työskentelevät. He eivät siis liiku paketin mukana vaiheiden välillä, vaan asennuspaikka pysyy samana turbopakettien edetessä linjalla. Jokaiselle vaiheelle on määritelty omat työvaiheensa, jotka kuitataan kyseiseen listaan tehdyksi työn valmistuttua. Tällöin on helppoa seurata työn edistymistä ja mahdollisesti uuden asentajan jatkaa edellisen työntekijän jäljiltä siitä mihin työ sillä kertaa on jäänyt.

6.2 Henkilörakenteet

Turbolinjakokoonpano työllistää kokonaisuudessaan kymmeniä työntekijöitä, joilla kaikilla on oma toimenkuvansa organisaatiossa:

- työnjohtajaa (Mekaniikka, sähkö & logistiikka)
- menetelmä mies
- laadun tarkastaja
- mekaanista asentajaa
- sähköasentajaa
- logistiikan työntekijää
- koordinaattoria.

Logistiikan työntekijöille on jaettu omat toimialueet ja tehtävät:

- Linjavastaava, joka palvelee linjan asentajien tarpeita esimerkiksi

huolehtimalla, että tarvittavat materiaalikeräykset ovat oikealla vaiheella oikeaan aikaan.

- Keräilijä tekee tarvittavia materiaalikeräyksiä (STCL-materiaalit) tuleviin ja työn alla oleviin projekteihin.
- ABB/Pilot vastaava vastaa kyseisille asiakkaille lähtevistä tuotteista sekä kerättävistä materiaaleista.
- Koordinaattorin vastuualueena ja työtehtävinä koordinaattorilla on materiaalien koordinointi, puutteiden hallinta ja muun logistiikan tukitoiminnot.

7 TC-KOKOONPANOLINJAN MATERIAALIVIRRAT

Turbolinjan materiaalit saapuvat tuotantolinjalle useaa eri reittiä. Osa turbolinjalla käytettävistä materiaaleista hoidetaan kotiinkutsulla (call-off menetelmä) paikanpäälle. Tällä pystytään vähentämään yrityksen omia varastoja. Tavarantoimittaja on sitoutunut tiettyyn aikatauluun sopimuksesta riippuen, jolla haluttu materiaali toimitetaan asiakkaalle kotiinkutsun tapahtuessa. Tästä johtuen asiakasyrityksen ei tarvitse pitää itse varastossa kyseistä materiaalia, vaan sitovan aikataulun puitteissa suunnitella omaa tuotantoaan mukailevia kotiinkutsutoimituksia. /1/.

Iso osa tulevista materiaaleista tulee kuitenkin suoraan toimittajilta tavaravastaanoton kautta hyllytettäväksi, jotka myöhemmin prosessissa kerätään tuotannolle käytettäväksi. Hyllytettäessä jokaiselle materiaalille määritellään oma hyllypaikka, joka näkyy SAP-järjestelmässä.

7.1 Hyllytettävät ATCL-materiaalit

TC-linjalla käytettävät hyllytettävät materiaalit voidaan luokitella kahteen kategoriaan MRP-profiilien perusteella. Bulkiksi kutsuttuihin materiaaleihin, joiden täydennys hoidetaan tavarantoimittajan hyllypalvelulla ja kanban-järjestelmällä. Toinen MRP-profiili, jota TC-kokoonpanolinjan toimitusalueella käytetään on saldomateriaali. Nämä voidaan jakaa vielä toimintaperiaatteiltaan 4 kategoriaan:

Bulk-materiaalit:

- Kanban materiaali
- Würth hyllypalvelu
- Hartman hyllypalvelu
- Finvacon hyllypalvelu.

Saldolliset materiaalit:

- Projekteille kohdistetut
- Kotiinkutsuttavat
- Saldolliset, joilla on jatkuvaa kulutusta.
- Saldolliset, jotka tilataan vain tarpeeseen.

Lähtökohtaisesti kaikkien ATCL-settiin kuuluvien materiaalien täydennys hoidetaan laatikko-ohjauksella hyllypaikalle. (**Kuva 9.**)



Kuva 9. Hyllytavarán laatikko-ohjaus.

Yhdessä hyllypaikassa on aina 2 laatikkoa. Toisen tyhjentyessä vedetään esiin taaempänä oleva laatikko sekä asetellaan tyhjänä oleva ylösalaisin hyllyn peräosaan. Näin kyseisen materiaalin hyllyttäjä tietää täydentää varastoa ja materiaalikierro on jatkuva käytävän puolelta kokoonpanolinjan puolelle. (**Kuva 10.**)



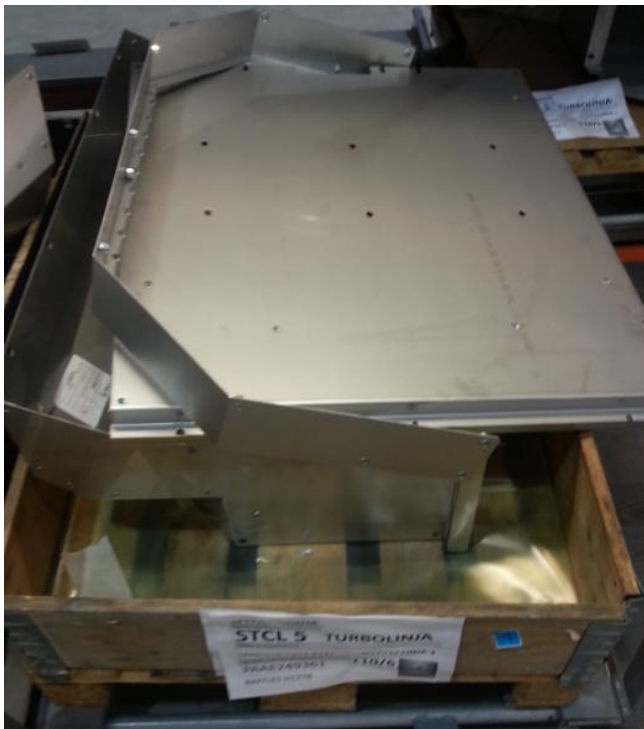
Kuva 10. Laatikko-ohjauksen materiaalivirtaus.

Samassa hyllyssä on käytössä sekä saldollisia laatikko-ohjauksella toimivia täydennettäviä materiaaleja että bulk materiaaleja. Pääasiallisesti saldolisten materiaalien kulutusta ja käyttöä seurataan SAP-järjestelmän avulla. Tällöin pystytään pitämään kirjaa kyseisen materiaalin tarpeesta ja läpimenoajoista. Kun saldo saavuttaa järjestelmään määritetyn minimimäärän tilataan materiaalia toimittajalta lisää. Kun varaston kiertoaika sekä toimitusaika tiedetään tukee tämä alhaisempia varastotasoja ja näin ollen myös tavoiteltua lean-mallia.

7.2 Materiaalikeräykset TC-linjalla

TC-linja on vaiheistettu kuuteen eri kokoonpanovaiheeseen. Materiaalikeräykset on tehty mukailemaan näitä vaiheita. Käytännössä kaikki materiaalit, mitkä kuuluvat materiaalikeräyksen piiriin ja asennetaan ensimmäisellä vaiheella on määritetty kuuluvaksi tällöin STCL 1:een sapissa. Sama kuvio toistuu jokaisella vaiheella eli on määritetty myös STCL 2, STCL 3, STCL 4 jne. sekä niille kuuluvat kerättävät materiaalit.

TC-linjan materiaalikeräyksille tarkoitetuille hyllypaikoilla on määritelty seteille omat pystyrivinsä. STCL 1 tekstillä varustetulle pystyriville laitetaan ainoastaan kyseisen setin materiaalikeräykset. Asennustasolla sijaitsevaa paikkaa kutsutaan unloading pointiksi, johon asentajien tarvitsemat materiaalit sisältävä keräyslava kulloinkin siirretään. **(Kuva 11.)** Asentajat ottavat keräyksestä tarvitsemansa materiaalit ja asentavat ne turboon. Keräyslavan tyhjentyessä siihen siirretään hyllystä seuraava asennuksessa tarvittava lava. **(Kuva 12.)** Hyllypaikkojen järjestely on vastaavanlainen jokaisella vaiheella.



Kuva 11. Esimerkki STCL 5:sen materiaalikeräyksestä unloading pointilla.



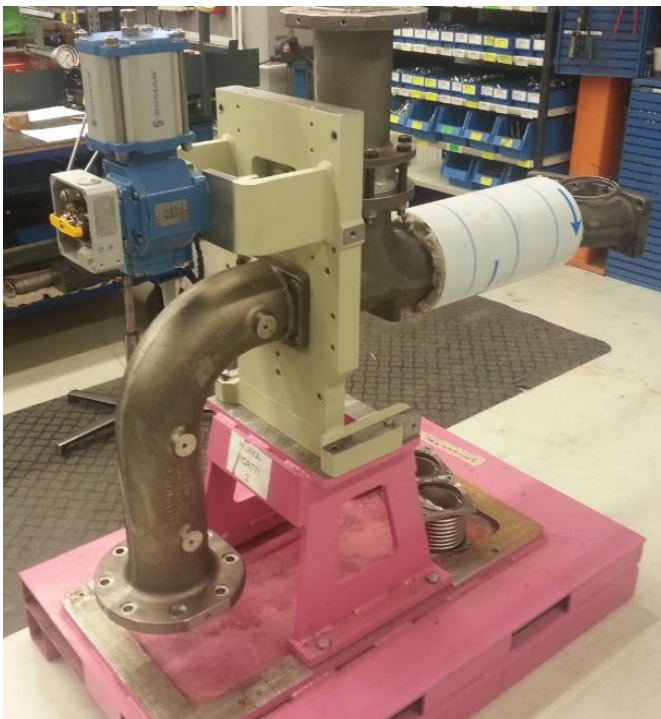
Kuva 12. Hyllypaikkojen pystyrivi.

Lisäksi on olemassa myös erillinen osakokoonpano, jossa työtetään pakoputkisto (**Kuva 13.**) ja hukkaportti (**Kuva 14.**) osakokoonpanoja. Niiden materiaalikeräykset on määritelty kuuluvaksi STCL 0:aan ja ne toimitetaan kokoonpanolinjasta erillään sijaitsevaan sivuluukkusoluun koottavaksi.



Kuva 13. Esimerkki pakoputkiston osakokoonpanosta.

Osakokoonpanot toimitetaan valmiina TC-linjalle asennettavaksi kiinni turboihin.



Kuva 14. Esimerkki hukkaportin osakokoonpanosta.

7.2.1 Materiaalikeräysten prosessi

Materiaalikeräyksen prosessi alkaa, kun TC-linjan koordinaattori saa työnjohtajalta signaalin projektin aloittamisen ajankohdasta. Koordinaattori tulostaa

toiminnanohjausjärjestelmästä projektin settien keräyslistat ja toimittaa ne materiaalikeräilijöille.

Keräyslistat on määritelty settien mukaan, mihin kyseisen listan materiaalit kuuluvat. Jokaiselle setillä on myös oma T/O, jonka avulla voitaisiin periaatteessa seurata työvaiheiden edistymistä asennustyön osalta. Tällä hetkellä T/O:t kuitenkin kuitataan materiaalikeräysten valmistuttua materiaalikerääjän toimesta, jolloin työvaihe näkyy järjestelmässä valmiina, vaikkei asennustyötä ole edes aloitettu vielä.

Toiminnanohjausjärjestelmässä näkyvät tiedot T/O:den valmistumisesta eivät näin ollen ole todellisia eivätkä myöskään käyttökelpoista informaatiota tuotantoa suunniteltaessa ajanjaksolla eteenpäin. Tämä voisi olla myös kehitystä vaativa kohde mikäli tulevaisuudessa haluttaisiin hyödyntää toiminnanohjausjärjestelmän luomat mahdollisuudet tuotannon seurannassa. Esimerkiksi analysoidessa asennustyön kestoa tiettyjen moottorityyppien valmistuksessa vaiheiden työaika olisi hyödyllistä tietoa.

Keräyslistan materiaalit on määritelty tulostettavaksi materiaalien hyllypaikkojen sijainnin mukaiseen järjestykseen, jolloin keräämisen prosessi aloitettaessa listan alusta olisi fyysisesti mahdollisimman sujuvaa. Keräyslistasta ilmenee settinumeron lisäksi materiaalien nimikkeet, kappalemäärät, hyllypaikat ja kulloinkin kyseessä olevan projektin WBS-elementti. **(Kuva 15.)**

Materiaalikeräyksen valmistuttua kerääjä kuittaa keräyslistan suoritetuksi toiminnanohjausjärjestelmään sekä kyseisen setin T/O kuitataan samalla valmiiksi. Koordinaattorin saatua signaalin projektin aloittamisesta myös kotiinkutsulla toimivat materiaalit tilataan tehtaalte. Tilauspäivä täytyy arvioida oikein työnjohdon avustuksella, koska tavaran varastoinnissa menetetään kotiinkutsun tuomat hyödyt. Tilauspäivä riippuu täysin työn etenemisestä siihen pisteeseen, kun kotiinkutsuttavat materiaalit voidaan asentaa turbopakettiin kiinni. Tämä tuottaa ongelmia, koska koordinaattori ei ole tietoinen asennustyön etenemisestä, kestoista tai mahdollisten puutteiden vaikutuksista.

7.2.2 Materiaalikeräysten puutehallinta

Mikäli jokin keräyslistan materiaaleista jää keräämättä puutteen tai muun vuoksi, kyseistä riviä ei keräyslistasta tällöin kuitata kerätyksi. Keräyslavaan merkitään oranssin värinen täplä, johon on kirjoitettu puuttuvan materiaalin materiaalinumero. Lisäksi tieto puutteesta välitetään koordinaattorille ja logistiikalle sekä asentajille työnjohdon kautta. **(Kuva 16.)**



Kuva 16. Puutteiden merkitseminen keräyslavoihin.

Kun puuttuva materiaali saadaan hankittua liimataan laitetaan oranssin täplän päälle valkoinen täplä. Tällä kuitataan puute korjatuksi.

7.3 Keräämisen haasteiden kartoitus

Aloitin haasteiden ja ongelmien kartoittamisen TC-linjan logistiikan kanssa pidetyssä palaverissa. Palaveriin osallistuivat koordinaattorit sekä logistiikan työnjohto ja TC-linjan logistiikan materiaalinkäsittelijät. Aluksi kävimme läpi osakokoonpanojen (hukkaportti & pakoputkisto) keräykset ja setitykset. Osat molempiin kerätään samalla STCL 0 setityksellä ja tämä toimii toistaiseksi hyvin. Järjestely on uusi, joten käytännön ongelmia ei ole vielä ilmennyt.

Toisena kohteena oli V-mallisten moottoreiden iso puinen laatikko, jossa osat

toimitetaan. Laatikko oli suunniteltu V-moottoreiden turboihin tulevaa pitkää etupeltiä varten, mutta myöhemmin kun etupelti on saatu jaettua kolmeen osaan materiaalien eurolavoille jakaminen tuli mahdolliseksi. Tämän johdosta ison laatikon käyttö muuttui kömpelöksi ja tilaa vieväksi. Jaoin esimerkin vuoksi kahden konetyypin kaikki laatikon sisältämät materiaalit eurolavoille ja taulukoin lavoittain. Tämä helpottaa tulevaisuudessa tapahtuvaa kehitystyötä. Kyseinen osuus ei siis varsinaisesti liity itse opinnäytetyön aiheeseen, mutta selvitystyö sisältyi määritelyihin raameihin. **(Kuva 17.)**



Kuva 17. Iso puulaatikko.



Kuva 18. Ison puulaatikon materiaalit jaettuna eurolavoille.

Koska materiaalit asennetaan linjan eri vaiheilla (1., 5. & 6. vaiheella), nykyinen laatikkomenettely aiheuttaa logistiikalle ylimääräistä siirtelyä ja vie varastointi tilaa. Laatikko tuodaan asentajille ensimmäiselle vaiheelle, mistä asentajat ottavat kuvassa 18 näkyvät lava 1:sen materiaalit. Tämän jälkeen laatikko ajetaan takaisin

varastointipaikalle. Sama kaava toistuu vaiheilla 5 & 6. Mikäli materiaalit jaettaisiin lavoille ja määriteltäisiin asennusvaiheiden mukaisiin setteihin säästyisi logistiikka turhilta työvaiheilta sekä saataisiin lisää varastointitilaa. Tämä on kuitenkin toimittajan ja tilaajan sovittava erikseen. Lisäksi kuvio toimii tällä hetkellä kotiinkutsu-systeemillä, jonka käyttö täytyisi analysoida hyötyjen ja haittojen kautta uudelleen, kun tämä materiaalien lavoille jakaminen on mahdollisesti tulevaisuudessa tapahtunut.

7.3.1 Työharjoittelujakso

Katsoin itselleni parhaaksi tavaksi huomata ja määritellä materiaalikeräysten ongelmia käytännössä tekemällä itse kyseistä työtä. Ilmi tulleita haasteita:

- Hyllypaikkojen välissä yleensä runsaasti sinne kuulumatonta tavaraa, SQA:han meneviä osia, vastaanoton tavaraa ja jopa trukkeja. **(Kuva 19.)** Tämä aiheuttaa, että työnalla olevan keräyslavan joutuu palauttamaan TC-linjalle, viemään tiellä olevat tavarat toiseen hyllyväliin todennäköisesti jonkun toisen tielle, jonka jälkeen pystyy hakemaan keräyslavan ja suorittamaan keräyksen. **(Kuva 20.)**
- Usein kuitenkin käy niin, että kerättävää osaa ei saa kerättyä vetämättä hyllylavaa ulospäin, koska hyllytasot ovat niin matalia. Tällöin joutuu taas laskemaan keräyslavan pois, vetämään keräystrukilla hyllylavaa ulospäin, nostamaan osan trukin kyytiin ja laittamaan lavan takaisin.

Vielä useammin kuitenkin lattiatasolle on laitettu turbohylly varastoon, jolloin se estää keräystrukilla lavan ottamisen ulos. Tällöin edellä mainitun työn lisäksi keräilijä joutuu hakemaan toisen trukin (jos sellainen sattuu olemaan vapaana).



Kuva 19. Trukki ja turbon kannatin keräyksen tiellä.



Kuva 20. Materiaaleja keräilijän edessä.

7.3.2 Kokoonpanolinjalla asennettavat turbon materiaalit

TC-linjan materiaalivirrassa kulkee vasta tuotetehtaalla asennettavia turbon osia. Suurin osa näistä on lisäeristeitä Ship Powerin projekteissa. Kuitenkin joukossa on myös pesujärjestelmän hanasysteemejä, putkistoja tai eristeitä, jotka laitetaan tuotetehtaalla, kun moottorin pakoputkiston liittäminen turboon on tapahtunut. Ylimääräiset materiaalit haittaavat TC-linjan omaa materiaalien prosessointia, koska materiaalit kuitenkin kerätään mukaan settien keräyslavoille. Tämä mm.

lisää lavamääriä, vie turhaan hyllytilaa ja haittaa asentajien työtä, koska osien joukossa on sellaisia osia, joita ei laiteta kiinni TC-linjalla. Enimmillään osia voi tulla jopa 10 keräyslavallista yksittäistä turboa kohden kun taas vähimmillään niitä on yksi.

Jos ja kun materiaaleja ei prosessista saada täysin eliminoitua, pitäisi edes toimintatavoista saada TC-linjalla yhtenäinen ohjeistus logistiikan ja asentajien kesken. Varteenotettavia tapoja, joilla kehittää toimintaa:

- Asentajat nostaisivat kaikki asennettavat materiaalit lavalta asennusalustalle ja merkitsisivät/osoittaisivat materiaalikäsitteilyille lavan, kun sinne jäisi pelkästään kokoonpanolinjalla asennettavia osia.
- Mahdollisuuksien mukaan jo keräysvaiheessa eroteltaisiin materiaalit prosessista.
- Etsitään materiaalit, jotka pystytään siirtämään tuotetehtaan kerättäväksi.
- Setitetään materiaalit mahdollisimman pitkälle omiksi keräyslavoiksi, että ne saadaan siirrettyä suoraan tuotetehtaalla asennettavien materiaalien hyllypaikoille.

Osaltaan näille toimenpiteille aiheuttaa ongelmia, koska osa tavarasta tulee toimittajalta valmiina pakettina, jotka TC-linjalla joudutaan purkamaan. Asentajat saavat vasta sitten asennettua tarvitsemansa osat. Tämä johtuu suunnittelun luomista piirrustuksista. Materiaalit on merkitty niihin yhden materiaalinumeron alle, kuten myös sappiin yhdeksi kokonaisuudeksi, jolloin järjestelmä käsittelee sitä yhtenä kokonaisuutena. Korjaus tähän ongelmaan tulisi tehdä ensin suunnittelussa, jossa piirrustuksen materiaalinumerot osille jaettaisiin erikseen eikä niitä sisällytettäisi saman materiaalinumeron alle. Tämän jälkeen toimittajan kanssa pitäisi neuvotella toimituksen kokoonpanosta, jonka jälkeen tuotannonohjauksen onnistuisi jakaa materiaalit erilleen niille kuuluville paikoille. **(Kuva 21.)**



Kuva 21. Yhtenäisen materiaalinumeron alle määritellyt materiaalit.

Esimerkiksi osat 1 ja 2 pystyttäisiin määrittelemään niin, että TC-linjalla asennettava osa ohjautuisi TC-linjan materiaaleihin ja tuotetehtaalla asennettava osa ohjautuisi suoraan tuotetehtaan materiaaleihin.

7.4 Materiaalikeräysten jakaminen toiminnanohjausjärjestelmän avulla

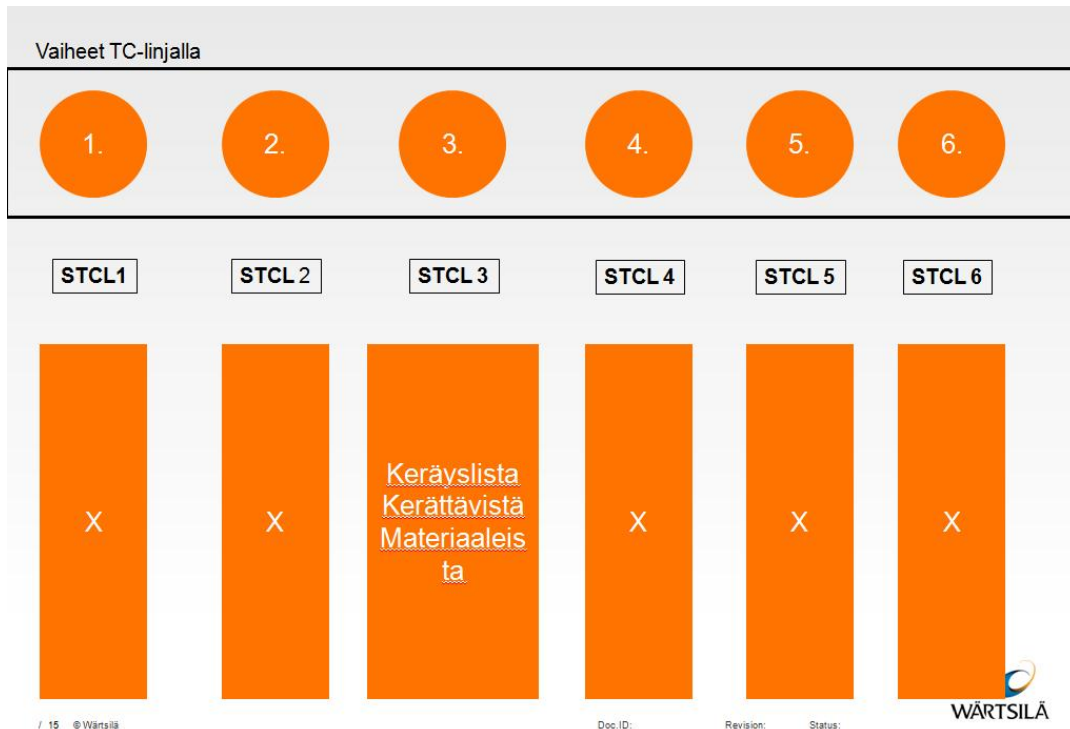
Ennen materiaalikeräysten jakamista toiminnanohjausjärjestelmän avulla koordinaattorin tulostaessa keräyslistat tietyille projekteille järjestelmä jakoi ja tulosti listat settien mukaan. Yhdelle setille saattoi tulla 50 eri materiaalia ja näiden keräys suoritettiin täysin materiaalikerääjästä riippuvalla tavalla. Pienmateriaalit (mutterit, pultit, putkenkiinnikkeet yms.) saattoivat olla useita kymmeniä kiloja painavien laippojen, peltien tai putkien alla sekaisin tai putket saatettiin kerätä ensimmäisenä, jolloin ne vääntyivät käyttökelvottomaksi painevien materiaalien alla. Järjestys saattoi riippua myös siitä, missä järjestyksessä materiaaleja pääsi keräämään edellä kerrotuista ongelmista johtuen. Myös materiaalin määrä yhdellä keräyslavalla oli täysin kiinni siitä kuka keräystä teki. Kunnolliset ohjeistukset puuttuivat aiheesta kokonaan.



Kuva 22. Esimerkki miten keräystä ei pitäisi tehdä.

Kuvassa 22 näkyy miten pienmateriaalit ovat näkymättömissä isojen osien alla ja putki, minkä asentajat tarvitsevat ensimmäisenä, on kerätty muiden materiaalien alle.

Tämän työn aloituspalaverissa määriteltyjen tavoitteiden mukaan lähdin selvittämään mahdollista materiaalikeräysten ohjeistamista. Parhaaksi tavaksi vaikuttaa keräämisen käytäntöihin havaittiin toiminnanohjausjärjestelmän käyttö materiaalikeräysten muokkauksessa, joka mahdollisti settien keräyslistojen jakamisen eri keräyslavoille ja samalla pystyttiin määrittelemään myös yksittäisten materiaalien tasolla keräyslavojen sisällöt. Kun ennen STCL 1:sen keräyslista tulostettiin, toiminnanohjausjärjestelmä tulosti yhden listan, missä olivat kaikki setin kerättävät materiaalit. **(Kuva 23.)**



Kuva 23. Materiaalikeräysten tilanne ennen opinnäytetyötä.

Tällainen käytäntö materiaalikeräyksiä tehdessä aiheutti puutteita tuotannossa pienmateriaalien hukkuessa prosessissa, materiaalivaurioita herkästi taipuville putkille sekä vaikeutti asentajien työtä heidän joutuessa ensin selvittämään oliko kaikki vaadittavat materiaalit keräyksen mukana tai olivatko materiaalit saaneet vaurioita. Materiaalikeräyksiä tehtäessä ”niin paljon kuin lavalle mahtuu” periaatteella, asennusjärjestys jäi huomiotta ja aiheutti ylimääräistä työtä logistiikan sekä asentajien työprosesseihin. Mikäli vaadittavaa materiaalia ei oltu kerätty ensimmäiselle lavalle, missä muut työvaiheella asennettavat materiaalit kuitenkin olivat, joutuivat materiaalinkäsittelijät etsimään muut saman setin keräykset ja selvittämään missä keräyksessä materiaali mahdollisesti sijaitsi. Edellä mainitut ongelmat johtuivat lähtökohtaisesti nimenomaan ohjeistuksien puutteesta, joka mahdollisti kaikille materiaalikeräilijöille henkilökohtaisen työskentelytavan.



Kuva 24. Tilanne työn jälkeen.

Työn varsinaisessa osuudessa määriteltiin sapin sisältämät settien keräyslistojen materiaalit keräyslavoittain (Lava 1, lava 2, lava 3...lava n). Kun koordinaattori tulostaa esimerkiksi STCL 1:sen keräyslistat järjestelmästä hän saa sen valmiiksi jaettuna yksittäisiin lavoihin, jotka toimitetaan materiaalikäsittelijöille. Tällä tavalla pystytään määrittelemään yksittäisen keräyslavan sisältö esim. asennusjärjestyksen tai materiaalien koon mukaiseen järjestykseen (isot materiaalit omaan ja pienet materiaalit omaansa). **(Kuva 24.)** Kun jako toteutetaan toiminnanohjausjärjestelmässä, materiaalinkäsittelijöiden tekemät keräykset pystytään määrittelemään, ohjeistamaan ja yhtenäistämään kokonaisuudessaan. Tämä taas poistaa turhia työvaiheita. Unloadinpointteja on rajoitettu määrä ja edellä mainittu materiaalien etsiminen hyllyssä olevilta keräyslavoilta sekä niiden siirtely unloadinpointtiin ja takaisin hyllyyn pystytään poistamaan kokonaan.

Kuvallisten ohjeistusten avulla myös logistiikkaan tulevat uudet työntekijät pystyvät helposti näkemään mitä heidän tekemältä keräyslavalta pitäisi löytyä, eikä heidän tarvitse oppia sitä ns.kantapään kautta. Oppiminen ja osat muuttuvat myös visuaaliseksi eikä kerättävät osat ole enää pelkkiä materiaalinimikkeitä ja – numeroita.

Mahdolliset materiaalipuutteet tulevat aikaisemmassa vaiheessa esiin ja saadaan käsittelyyn, kun materiaalinkerääjä tietää mitä lavalta pitäisi löytyä.

Materiaalivauriot putkien osalta saadaan myös minimoitua, kun keräysjärjestys määritetään niin, että putket kerätään viimeiseksi eli ne tulevat silloin lavoille päällimmäiseksi.

TC-linjan asentajat hyötyvät, kun saadaan optimoitua materiaalien järjestys lavoilla mahdollisimman lähelle asennusjärjestystä sekä erotettua pienmateriaali isojen komponenttien seasta. Keräyslavan siirryttyä unloading pointtiin asentajien ei tarvitse tehdä selvitystyötä osien asennusjärjestyksestä, vaan ne ovat lähtökohtaisesti sen mukaan jo lavalla. Pienmateriaalia ajatellen otettiin käyttöön hyllytavarana laatikko-ohjauksessa käytössä olevat siniset laatikot. Materiaalit pyritään lähtökohtaisesti sijoittamaan kaikki setin ensimmäiselle keräyslavalle. Keräilijä hakee ensimmäiseen keräyslavaan sijoitetut pienmateriaalit shuttle keräyspisteeltä, jossa ne on kerätty jo valmiiksi siniseen laatikkoon ja sijoittaa sen lavan etuosaan. Pienmateriaaleja kerättäessä käytetään myös minigrip pusseja, etteivät ne pääse sekoittumaan keskenään sinisessä laatikossa. **(Kuva 25.)**



Kuva 25. Keräyksen pienmateriaalit sinisessä laatikossa.

Laatikat poistetaan samalla kun materiaalinkäsittelijä siirtää tyhjän lavan unloading pointista pois. Laatikko viedään shuttlen keräyspisteelle sovittuun paikkaan, josta se aikanaan saadaan takaisin kiertoon.

7.5 Pilottikokeilu W12V32E-moottorityypille

Analyysi moottorityypeistä, joille materiaalikeräysten jakaminen tehtäisiin, toteutettiin tuotanto-ohjelman ja siitä johdetun excel-taulukon avulla. Huomiota kiinnitettiin aluksi tuotantomääriin. Konetyypit, joiden tuotantomäärät tulevaisuudessa olivat korkeimmalla:

- W8L32E & W9L32E – E-mallin rivikoneet
- W12V32E – E-mallin V-kone
- W20V34SGD – Uusi kaasulla toimiva konetyyppi.

Edellytyksenä työn toteutukselle oli, että materiaalien setitykset asennuspuolelta tarkasteltuna olisivat lähtökohtaisesti määritellyt oikein. Näin ollen suuria muutoksia ei tarvitsisi tehdä ennen materiaalikeräysten jakamista, eikä tulevaisuudessa. Koska materiaaleille määritellään setin lisäksi tietty keräyslava, tulee materiaalien settimuutoksien yhteydessä huomioida mihin lavaan se sijoitetaan. Systeemin ylläpitäjän täytyy siis olla perillä siitä, missä järjestyksessä materiaalit on pyritty määrittelemään lavoille. Tämä on työn suurimpia haittavaikutuksia. Uusille materiaaleille täytyy määritellä aina setin lisäksi myös lavan numero. Lisäksi tämän järjestelyn heikkoina kohtina on sen pohjautuessa materiaalinumeroiden ohjaukseen, että sama materiaalinumero ohjautuu aina samalle lavalle riippumatta projektista tai konetyypistä. Jos materiaalinumerolla X oleva pultti määritellään kuuluvaksi STCL 1:sen lava 1:seen, ja kyseistä pulttia käytetään myös STCL 4:ssä, tulee se myös STCL 4:n lava 1:ssä. Käytännössä tämä ei ole ongelma, mutta esimerkiksi settimuutoksia tehdessä asia täytyy ottaa huomioon.

Seuraavaksi tarkasteltiin konetyyppien tarkempia tietoja ja tulevaisuuden näkymiä tuotannon näkökulmasta. W8L32E- ja W9L32E-tyyppien turboahtimille oli suunnitteilla lähes 200 materiaalin kokonaisuudistus, joka tulisi puolen vuoden

sisällä. Tämä tarkoitti sitä, että kyseisen moottorityypin materiaaliokeräysten muokkaaminen pitäisi tehdä uudistettujen materiaalien osalta uusiksi. Tämän johdosta kyseinen konetyyppi suljettiin työn ulkopuolelle.

W20V34SGD oli uusi konemalli, josta oli menossa käsittelyyn useita muutospyyntöjä ja aiemman kokemuksen perusteella niitä oli tulossa vielä monia lisää. Täten myös W20V34SGD suljettiin vaihtoehtoista pois.

Jäljelle jäi W12V32E eli E-mallin V-kone, jossa käytetään Napierin valmistamia turboahtimia. Se oli ollut jo lähes vuoden linjatuotannossa ja tarvittavat muutokset oli tehtynä. Setit olivat lähtökohtaisesti kunnossa ja stabilisoituneet asennuspuolelta, joten konetyyppi täytti kaikki työn vaatimat kriteerit.

Kyseisen moottorityypin turbolla oli 3 eri variaatiota, joilla kaikilla oli osittain eri materiaalit:

- ilman sulkulaitteita
- ilman sulkulaitteita ja paineenalennusta
- sulkulaitteiden ja paineenalennuksen kanssa valmistettava turbo.

Kun konetyyppi ja sen eri variaatiot olivat selvillä aloitettiin työ toteuttamalla excel-simulaatio materiaaliokeräyksille. (Kuva 26.)

STCL1	Materiaalinumero	Määrä (kpl)	STCL2	Materiaalinumero	Määrä (kpl)
pallet1			pallet1		
BRACKET NAPIER 298 IN FREE END			1 BRACKET FOR PIPE CLAMPS		4
BOTTOM PLATE FOR CHARGE AIR COOLER			1 BRACKET FOR PIPE CLAMPS		4
AIR INLET BOX			1 AIR DISTRIBUTING PIECE		1
CHARGE AIR COOLER 1-STAGE VESTAS			1 ADAPTER TEST VALVE. FOR PRESSURE SENSOR		2
			BRACKET FOR PRESSURE SENSORS		1
			TEXT PLATE CV615A CV615A		1
			PWP01 W32 WASTEGATE PIPES		1
			TEXT PLATE CV621 CV 621		1
			BRACKET FOR PIPE CLAMP		7
pallet2			pallet2		
COVER FOR CHARGER AIR COOLER HOUSING			1 FLEXIBLE HOSE FOR STARTING AIR OD10*360		2
COVER FOR CHARGER AIR COOLER HOUSING			1 DISTANCE SLEEVE FOR M12 SCREW		6
BRACKET FOR AIR BOX SHIELD			2 DISTANCE SLEEVE FOR M12 SCREW		8
			HEXAGON NUT M12		8
			SOLENOID 2E71 24VDC		1
			AIR TANK FESTO CRV2S-0.4. 160234		1
			CLAMP FOR AIR TANK		2
			NON-RETURN VALVE RH208LREDCF		1
			DISTANCE PIECE FOR PIPE CLAMP		5
			BRACKET FOR CONTROL AIR EQUIPMENT		1
			CONTROL AIR PIPE FOR IMPELLER COOLING V+		1
			CONTROL AIR PIPE FOR IMPELLER COOLING V+		1
			CONTROL AIR PIPE FOR IMPELLER COOLING V+		1

Kuva 26. Excel-simulaatio materiaaliokeräyksille.

Logistiikan kehityspuolen kanssa sovittiin, että keräyslavojen numeroinnissa käytetään nimitystä pallet n , $n:n$ merkitessä lavan numeroa järjestyksessä $1, 2, 3 \dots n$. Tällä nimikkeellä keräyslavat määriteltäisiin sappiin ja se tulisi näkymään myös keräyslistoissa. Simulaatiota tehdessä toiminnanohjausjärjestelmästä täytyi ottaa setti kerrallaan auki kaikki turbon STCL materiaalit, miettiä ensin asennusjärjestys materiaaleille ja lopulta vielä optimoida koon mukaan lavoille. Sappi ei itse ota materiaalinimikkeitä huomioon, mutta asennusjärjestystä miettiessä nimikkeet olivat välttämättömiä. Simulaatio toteutettiin kaikille kuudelle setille ja sitä tehdessä tuli ilmi, että keräyslavojen lukumäärä ei kasva huomattavasti. Nykyiset hyllypaikat olisivat täten riittävät, mikäli käytäntö kohtaisi teorian.

Työn soveltaminen käytäntöön kuitenkin täytyi kokeilla ennen lopullista käyttöönottoa, joka tapahtuisi materiaalien ajamisella sappiin edellä kuvaillulla järjestelyllä. Lisäksi simuloidessa materiaalikeräysten jakoa tuli ilmi eräitä settimuutoksia vaativia materiaaleja, jotka korjattiin yhteistyössä tuotannonohjauksen kanssa. Settimuutokset näkyivät kuitenkin vasta 4-6 viikon kuluttua järjestelmässä, joten ennen sitä ei lopullista käyttöönottoa olisi voitu edes suorittaa.

Pilottiajon tavoitteena oli havaita mahdollisia ongelmia materiaalikeräysten toteuttamisessa tai koostumuksessa. Pilotti toteutettiin excel simulaation perusteella tehdyillä lavajaoilla yhteistyössä materiaalikeräilijöiden kanssa. Samalla pystyttiin tekemään muutoksia materiaalijakoihin pilotin aikana tehtyjen havaintojen perusteella ennen varsinaista käyttöönottoa.

Käytännössä jokaisen setin materiaalit veivät tilaa enintään 2 keräyslavan verran. Näin ollen huomattiin, että tällainen järjestely säästää hyllypaikkoja huomattavasti, kun materiaalit kerätään siistiin järjestykseen kuitenkin niin ettei materiaalivaurioiden mahdollisuutta ole.

Osana opinnäytetyötä toteutettiin yleispätevät kuvalliset ohjeet TC-linjan logistiikan materiaalikeräyksestä ja siinä huomioitavista asioista. Tämä helpottaa huomattavasti tulevien uusien materiaalikeräilijöiden perehdytystä ja lyhentää työn

oppimiseen kuluva-aikaa. (Liite 1)

LÄHTEET

- /1/. Ritvanen V., Inkiläinen A., von Bell, A. & Santala J. 2011. Logistiikan ja Toimitusketjun hallinnan perusteet. Logistiikan maailma. Reijo Rautauoman säätiö. Saarijärvi Offset Oy, Saarijärvi 2011.
- /2/. Karrus E.K. 1998. Logistiikka. Kaij E. Karrus ja Werner Söderström Osakeyhtiö. WSOY. Porvoo 1998.
- /3/. Sakki J. 1999. Logistinen prosessi. 4. uud. painos. Jouni Sakki Oy. 1999.
- /4/. Lean Manufacturing – Strategy tools from Mindtools.com. Viitattu 28.2.2014
http://www.mindtools.com/pages/article/newSTR_44.htm
- /5/. Lean and Environment Toolkit. United States Environmental Protection Agency -EPA. Viitattu 4.3.2014.
<http://www.epa.gov/lean/environment/toolkits/environment/ch5.htm#introduction> –
- /6/. Wärtsilä LEAN DCV. Sisäinen koulutus. Viitattu 4.3.2014
- /7/. Jansson, K., Karronen, I., Mattila, V-P., Nurmilaakso, J., Ollus, M., & Salkari, I. (VTT Automation), Ali-Yrkkö, J. & Ylä-Anttila P (Etlä) 2001. Uuden tietotekniikan vaikutukset liiketoimintaan. Viitattu 4.3.2014.
http://www.tekes.fi/julkaisut/uuden_tietotekniikan.pdf
- /8/. Pitkänen, J. Tietokone. SAP hallitsee toiminnanohjausjärjestelmissä. Viitattu 4.3.2014.
http://www.tietokone.fi/artikkeli/uutiset/sap_hallitsee_toiminnanohjausjarjestelmissa
- /9/. Wärtsilä Intranet Viitattu 5.3.2014